

## **Relevancia de la materialidad de la envolvente exterior en el diseño edilicio energético sustentable en clima cálido**

*Cecilia Fernanda Martinez<sup>1</sup>*

### **Resumen**

Se presenta el análisis del comportamiento termo-energético de envolventes exteriores, para el área del Gran San Miguel, en la provincia de Tucumán, zona de clima estival cálido e invierno atemperado. El objetivo es mostrar la influencia de las decisiones de diseño y materialidad constructiva sobre el comportamiento energético del edificio. Se evalúan soluciones constructivas de uso común en nuestro medio y algunas de nueva tecnología que comienzan a incorporarse al sector de la construcción. Los análisis se desarrollan utilizando un programa de evaluación energética de acceso libre, desarrollado por el Gobierno de Canadá. El mismo permite calcular demandas energéticas de climatización, comparar costos de propuestas y períodos de amortización de la inversión. Los resultados manifiestan la importancia de la elección de los materiales de la envolvente en el desempeño energético edilicio, y como la adecuada consideración de una mayor inversión en el costo inicial de construcción, para mejora del desempeño térmico de la envolvente, resulta en la disminución de la necesidad de acondicionamiento artificial para calefacción y refrigeración.

**Palabras clave:** eficiencia energética, comportamiento térmico, materiales constructivos, habitabilidad.

## **Relevance of external surfaces materials in energy and sustainable built design in hot climate**

### **Abstract**

This study shows the evaluation of the thermal and energetic characteristics in some types of external surfaces used in a climate with hot summer and warm winter seasons. The main goal is demonstrated the relevance that has some decisions about external materials in the energy behavior buildings and its adaptability to the climate conditions in a region with hot and humid dominion characteristic. Some traditional and other new constructive solutions were evaluated using a free energy program developed by the Canadian Government, which calculated thermal gains, artificial

---

<sup>1</sup> Centro de Estudios Energía, Hábitat y Arquitectura Sustentable (CEEHAS), Instituto de Acondicionamiento Ambiental, FAU, UNT. Av. N. Kirchner 1900, CP 4000, S.M. de Tucumán, Tucumán, Argentina Email [cmartinez@herrera.unt.edu.ar](mailto:cmartinez@herrera.unt.edu.ar)

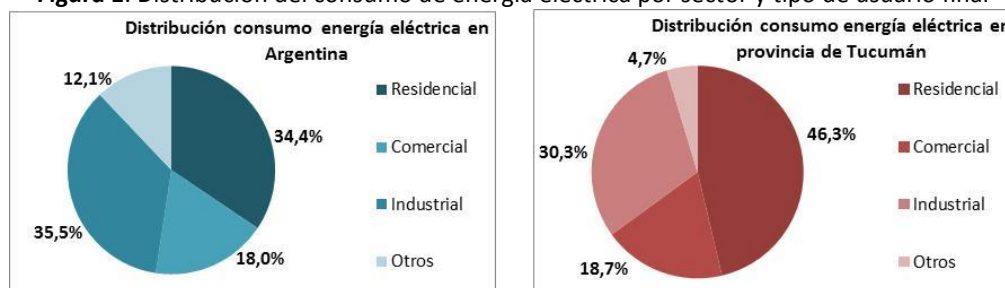
conditioning costs and amortization period. The results shows the relevance that has the correct selection of the external surfaces in the energetic efficiency of a building, and how a major inversion in initial cost constructions aims a significant reduction in the artificial conditioning needs, as well as the reduction in energy cost.

**Keywords:** energy efficiency, thermal behavior, construction materials, habitability.

## Introducción

Los edificios, que conforman nuestras ciudades, tienen hoy en día una participación innegable en el incremento del consumo de energía y en la contaminación asociada, debido a la búsqueda de condiciones de confort cada vez más elevadas que requieren sus usuarios, siendo el sector residencial el de mayor crecimiento en los últimos años en Argentina, según los datos de análisis de los informes aportados por la Secretaría de Energía de la Nación, como se observa en la Figura 1.

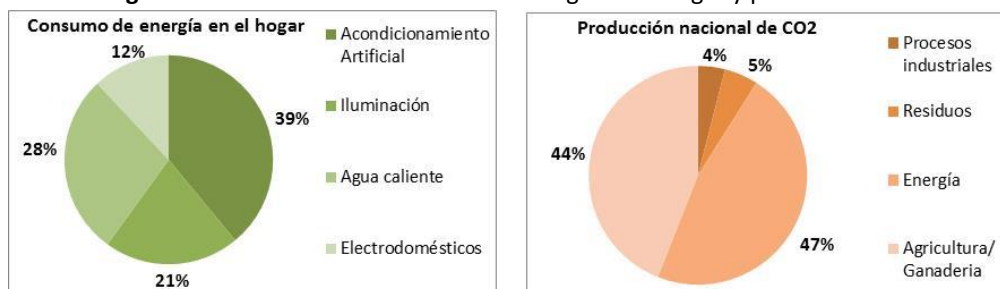
**Figura 1.** Distribución del consumo de energía eléctrica por sector y tipo de usuario final



Fuente: Elaboración propia según datos Secretaría de Energía (Secretaría de Energía, 2013).

El acondicionamiento térmico es uno de los ítems más relevantes, debido al alto consumo de energía para refrigeración y calefacción, para lo que se utiliza en mayor medida la energía eléctrica, según datos de relevamientos realizados en el ámbito urbano de la Provincia (Martinez, 2004). Desde el punto de vista de la sustentabilidad, el sector de la producción de energía genera en Argentina el 47% de las emisiones de CO<sub>2</sub>, y el consumo de energía per cápita es responsable de más del 20% del CO<sub>2</sub> producido por el argentino medio, condiciones que se muestran en la Figura 2.

**Figura 2.** Distribución de consumo de energía en el hogar y producción de CO<sub>2</sub>



Fuente: Elaboración propia según datos de fuentes; (INTI, 2010) izquierda – (SAyDS, 2008), derecha.

Siendo así, la responsabilidad que recae en los profesionales del área de la construcción de edificios resulta de suma importancia, dado que sus decisiones al definir las características materiales de una obra, condicionan el comportamiento térmico de la misma y con ello su consumo de energía para acondicionamiento artificial. Diversos trabajos de referencia demuestran la importancia que tienen

las decisiones de los diseñadores en la reducción del consumo energético (Di Bernardo y Perone, 1994), (Picción, Echeverría y Girardín, 1998), (Gonzalo et al, 2000), (Marincic e Isalgue, 2000).

Entre las decisiones de mayor influencia, la elección de los materiales a utilizar en la envolvente exterior es fundamental, considerando el importante intercambio térmico que se produce a través de ella, y que la misma resulta muy difícil de mejorar a posteriori, o en caso de realizarse implica costos elevados que no pueden ser afrontados por los usuarios.

El trabajo desarrollado se orienta a evaluar, termo-energéticamente y financieramente, algunas posibles soluciones de cerramientos exteriores, fundamentalmente verticales, determinando su adecuación a las Normas de Acondicionamiento Térmico, y evaluando mediante el programa RETScreen su comportamiento y los factores financieros asociados.

El programa RETScreen, “Software de Análisis de Proyectos de Energía Limpia”, es una herramienta de apoyo para la toma de decisiones proyectuales en la construcción de edificios y en la aplicación de sistemas no convencionales de acondicionamiento y fuentes alternativas de energía. Desarrollado por el gobierno de Canadá, a través del centro de investigación del Canmet ENERGY, cuenta con el apoyo de una red internacional de expertos. El programa permite llevar a cabo un análisis que incluye: análisis energético, análisis de costos, análisis de emisiones CO<sub>2</sub>, análisis financiero y análisis de sensibilidad y riesgo. Dispone de una amplia base de datos climáticos provisto por la NASA, permite el acceso a formación y consultas en línea, y a diversos casos reales de análisis desarrollados en todas partes del mundo (RETScreen, 2014).

## **Metodología**

Se realizó el análisis de las condiciones climáticas de la zona geográfica de estudio, en base a los datos brindados por el Servicio Meteorológico Nacional, definiéndose luego las estrategias bioclimáticas correspondientes, mediante la aplicación de las metodologías de Olgyay, Exigencias bioclimáticas y Diagrama psicométrico con zonificación (Gonzalo, 2003).

A partir de las condicionantes de estrategias y pautas bioclimáticas, se planteó un prototipo básico de vivienda mínima que cumpliera con los requerimientos de forma, orientación y distribución de locales, a fin de adaptarse a las condicionantes planteadas. Usando este prototipo de modelo se realizaron las propuestas y evaluaciones de diferentes opciones de cerramientos exteriores alternativos, considerando como caso de base para las comparaciones los tipos de cubierta y muros de uso más común en la construcción de edificios en la provincia de Tucumán.

Para cada tipo de envolvente se calculó el coeficiente de transmitancia térmica mediante el programa CEEMAKMP (Gonzalo, 2003), comparando los mismos con el cumplimiento de los valores máximos establecidos por la Norma IRAM 11.605.

Se determinó el costo de construcción por unidad de superficie (\$/m<sup>2</sup>) de cada tipo de cerramiento propuesto, dato necesario para la evaluación económica. Los costos son en base al precio promedio de material y mano de obra de nuestro medio (costos a setiembre/octubre 2015).

Luego, aplicando el programa RETScreen, se determinó en cada tipología constructiva: - demanda de energía anual para acondicionamiento artificial (calefacción + refrigeración), - consumo de energía anual por metro cuadrado (kW/m<sup>2</sup>), y tres parámetros económico-financieros: tasa interna de retorno (TIR), período simple de retorno de capital (PSRC) y período de repago de capital (PRP).

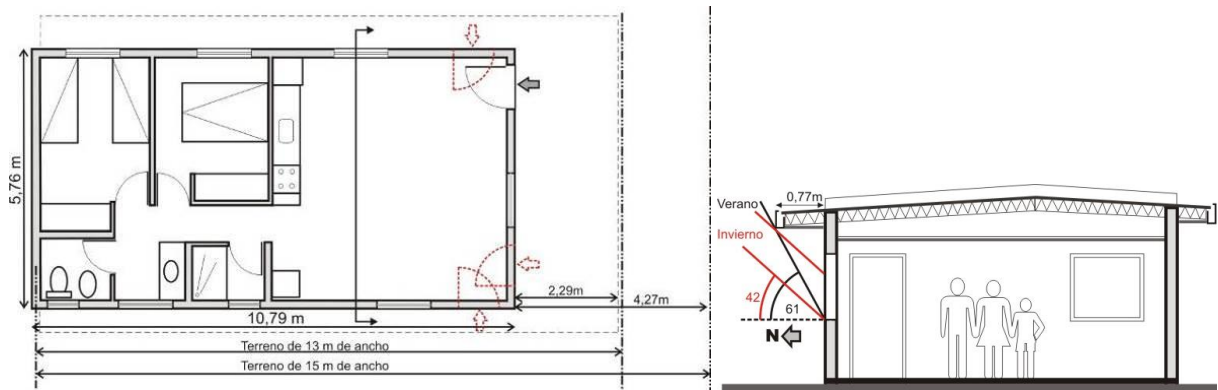


## Prototipo de análisis y casos de evaluación propuestos

Las viviendas prototipo analizadas tienen una superficie cubierta de 62,04 m<sup>2</sup> cubiertos, con una galería lateral que varía en medida dependiendo del ancho del terreno, considerándose valores de entre 13 m y 15 m, ya que son los más comunes en los emprendimientos de planes oficiales.

Para centrar los análisis en los materiales de la envolvente exterior, se planteó el diseño de la vivienda y del conjunto, incorporando consideraciones básicas de adaptación climática como: - edificio en un eje E-O para mayor superficie al N y S, aprovechando ganancia solar en invierno y vientos en verano; - protección solar total del cerramiento vertical oeste donde se aprovecha la protección solar que brinda la galería propia o de la vivienda contigua, según el lote; - el frente norte protegido por un alero que brinda sombra en verano y permite ingreso de sol en invierno; - diseño funcional que permite mantener los locales principales siempre hacia el N, sin importar la orientación del terreno y su acceso, gracias a la posibilidad de ubicar la entrada en diferentes posiciones. Esto evita el espejado o rotación del diseño, condición muy usada y que lleva a que muchos de los edificios queden en condiciones muy desfavorables. El prototipo se muestra en las Figuras 4 y 5.

**Figura 4.** Planos de la vivienda: planta y corte (con ángulos solares para junio y diciembre 12 hs)



Fuente: Elaboración propia

**Figura 5.** Posibles disposiciones en conjunto de las viviendas



Fuente: Elaboración propia

Como envolvente exterior base se consideró el tipo más utilizado en la Provincia. Las características generales de la misma son: muros de ladrillo cerámico hueco de 0,18 m con ambas caras revocadas, estructura de hormigón armado oculta y cubierta de chapa con de cámara de aire y cielorraso suspendido con aislación térmica de poliestireno expandido de 2,5 cm.

Teniendo en cuenta que la cubierta es el elemento de la envolvente exterior que mayor carga térmica transmite al interior en época de verano, siendo este el período de mayor exigencia para la zona climática, para el prototipo de análisis se propone utilizar una cubierta con una aislación mejorada, alternativa que ya fue analizada y fundamentada (Martinez, 2013a). La aislación propuesta es de 8 cm de poliestireno expandido, con la cual la cubierta permite lograr un nivel de confort B, según lo establecido por Norma IRAM 11.605.

A continuación se detallan las características de los tipos de cerramientos verticales seleccionados para evaluación. No se consideraron sistemas de muros dobles tradicionales (muro-aislación-muro), ya que los mismos generan conflictos constructivos en su aplicación que no son fáciles de resolver adecuadamente con la mano de obra disponible, y tienen un mayor costo de construcción. Además los mismos restan una superficie interior útil importante en un planteo de medidas ajustadas. Como se muestran en la Tabla 1, se eligieron sistemas de muros simples y muros con aislación y de terminación interior en seco. La masa, que genera inercia térmica, no es un aspecto deseable en la envolvente exterior debido a las condiciones climáticas de verano, debido a la falta de brisas para eliminar el calor acumulado, el período de calma se da en el 33% del período estival, y la alternancia térmica día-noche no es muy significativa, siendo en la mayor parte del período solo de 4 o 5 grados.

**Tabla 1.** Tabla de tipos de cerramientos analizados. Características

Denominación Muro	Tipo		Componentes y espesores (cm)	Espesor total
	Simple	Compuesto		
A (base)	X		Revoq. ext. común (2,5)-Ladrillo hueco (18)- Revoq. int. común (2,5)	0,230 m
B	X		Revoq. ext. común (2,5)-Ladrillo macizo (27)- Revoq. int. común (2,5)	0,320 m
C	X		Revoq. ext. termoaislante* (4,5)-Lad. hueco (18)- Revoq. int. común (2,5)	0,250 m
D	X		Revoq. ext. termoaislante* (3,0)-Lad. macizo (27)- Revoq. int. común (2,5)	0,325 m
E	X		Revoq. ext. termoaislante* (4,5)-Lad. macizo (13)- Revoq. int. común (2,5)	0,200 m
F		X	Revoq. ext. común (2,5)-Lad. macizo (13)- Lana de vidrio con papel encerado tipo Isover (5)- Placa de yeso interior (1,5)	0,220 m
G		X	Revoq. ext. común (2,5)-Lad. hueco (18)- Lana de vidrio con papel encerado (5)- Placa de yeso interior (1,5)	0,270 m
H	X		Revoque.ext. micro hormigón (3,5)-Placa de poliestireno alta densidad (8)- Revoque.int. micro hormigón (3,5)**	0,15 m
I	X		Revoque fibrado con malla (tipo Parex) (0,15)-Bloque hormigón celular (20)***-Revoque fibrado con malla (0,15)	0,203 m

Fuente: Elaboración propia \* Isolteco de Estisol \*\* sistema Cassaforma \*\*\*sistema Retak

## Resultados de los estudios termo-energéticos de las propuestas

Se determinó el valor de transmitancia térmica de envolvente opaca vertical, mediante el programa CEEMAKMP.xls (Gonzalo, 2003).

Para los valores de propiedades de los materiales tradicionales se adoptan los establecidos por Norma IRAM 11.601, y para los nuevos se obtuvo la información necesaria a través del fabricante (fichas técnicas).

Con el programa RETScreen se calculó la demanda de energía para acondicionamiento artificial. Los datos generales aplicados en el programa RETScreen incluyen:

1- Tipo de proyecto: Medición de eficiencia energética / Residencial / Método 1 / Moneda \$AR.



2- Tipo de combustible: Electricidad.

3- Costo del combustible: Se determina el precio base del kWh según análisis de costo de facturación para consumos en la provincia de Tucumán, en dos situaciones: costo de energía con subsidio (\$0,525 kWh) y costo sin subsidio (\$0,955 kWh). Las pérdidas de transporte y distribución se establecen en un 18%, según análisis de datos de la Secretaría de Energía (2013).

4- Temperaturas interiores: calefacción 20°C y refrigeración 23°C, definidas según lo establecido por la Comisión of the European Communities, según tipo de vestimenta, para verano e invierno y una actividad física entre sedentaria y ligera (Martínez, 2013b).

5- Tasa de ocupación de 24 horas. Vida útil estimada 50 años. Tasa de inflación, se considera de un 24% (Elysis, 2015).

Los resultados de las evaluaciones termo-energéticas obtenidas se indican en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Tabla de resultados termo-energético de cerramientos analizados.

Deno mina ción Muro	K W/m²°C	K máx. Norma IRAM 11.601 W/m²°C			Costo \$/m²	Demanda de energía para acondicionamiento artificial			Consumo global de energía MWh/año
		A 0,45	B 1,10	C 1,80		Demanda kWh/m²			
						Calefacción (112 días)	Refrigeración (253 días)	Anual	
A	1,71			X	678,13	51	259	311	19
B	1,80			X	849,05	53	261	314	20
C	1,04		X		885,71	43	246	289	18
D	1,09		X		973,69	44	247	291	18
E	1,07		X		823,86	44	247	290	18
F	0,62		X		682,40	38	238	276	17
G	0,61		X		731,33	38	238	276	17
H	0,38	X			912,82	35	233	268	17
I	0,54		X		450,05	37	236	273	17
Cubierta liviana para todos los casos: coeficiente K de 0,37 W/m²°C (nivel B, Norma IRAM)									

Fuente: Elaboración propia en base a datos de programas CEEMAKMP y RETScreen

Se puede observar en los resultados que el muro A (tipo base de comparación) y el tipo B, ambos los de uso más común en obra, solo verifican con el nivel de confort C de Norma. Pero aun así no garantizan lograr adecuadas condiciones interiores de confort, y son los dos tipos constructivos que más energía anual consumen para lograr climatización artificial.

Los muros tipo C al G y el I, cumplen con el nivel B de confort. De estas tipologías las F, G e I resultan ser más convenientes dado que presentan un consumo de energía anual menor.

El muro tipo H es el único que cumple con el nivel A de confort, pero sin embargo su consumo de energía anual para climatización es igual al de los muros F, G e I. Esto nos ejemplifica que no necesariamente mayores niveles de aislación térmica logran reducir los consumos de energía en climatización.

El muro tipo H es también el que presenta el mayor costo (912,82 \$/m<sup>2</sup>), pero genera la menor demanda de energía por superficie construida (268 kWh/m<sup>2</sup>), aunque ésta es solo de un 15% en

comparación con el muro base (tipo A), y está lejos del estándar básico para viviendas en Estados Unidos (131 kWh/m<sup>2</sup>) o el estándar Passivhaus alemán (120 kWh/m<sup>2</sup>).

De este primer análisis se determina la conveniencia general de utilizar tipos de cerramientos con una mayor capacidad aislante. Por ello para desarrollar la etapa de evaluación y comparación económica financiera se descarta el muro tipo B y se trabaja sobre las tipologías restantes.

### Evaluación económica de los casos seleccionados

Para los muros seleccionados, D al I, se evalúan y comparan los parámetros financieros de tasa de retorno (TIR) y el período de repago de capital (RPC). Para ambos casos se hace el análisis considerando dos situaciones: a- costo de energía con subsidio (EcS) y b- costo de energía sin subsidio (EsS). Se analizan las dos situaciones teniendo en cuenta que ya se ha procedido a la quita del subsidio en varios sectores consumidores, y teniendo en consideración que hacia el futuro es muy posible que esta medida se extienda.

Se analiza también el flujo de caja acumulado (FCA), el que refleja la relación entre los egresos de dinero, en este caso los mayores costos de inversión, y los ingresos de dinero, en este análisis los ahorros logrados en los costos de climatización. El FCA permite conocer rápidamente la liquidez de una inversión, siendo para los análisis realizados de tipo acumulado, dando como dato el monto de dinero que se obtiene al final del período de vida útil de edificio, luego de amortizada la inversión. En este caso se consideró el valor de la energía con subsidio (0,525 \$/kWh). En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos en los análisis de cada tipo de muro.

**Tabla 3.** Parámetros económico-financieros de comparación de mejoras en relación al caso de base (tipo A)

Muro Tipo	Coef. K W/m <sup>2</sup> °C	Nivel de Norma	Tasa Retorno Interna TIR (%)		Repago de capital RPC (años)		Inicio de flujo de caja positivo (años a partir de la construcción)	Valor monetario de flujo de caja acumulado (\$) a los 50 años
			a (EcS)	b (EsS)	a (EcS)	b (EsS)		
D	1,09	B	22,8	25,7	12,1	9,6	29,5	85.000
E	1,07	B	26,5	30,7	9,0	6,8	31	87.000
<b>F</b>	<b>0,62</b>	<b>B</b>	<b>257</b>	<b>448</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	26,5	<b>144.000</b>
G	0,61	B	42,5	58,2	3,8	2,4	28,5	150.000
<b>H</b>	<b>0,38</b>	<b>A</b>	28,1	33,8	<b>8,1</b>	<b>5,9</b>	<b>30,5</b>	<b>175.000</b>
I	0,54	B	35	44	5,3	3,8	28	160.000

Fuente: Elaboración propia en base a datos del programa RETSreen

Considerando los resultados obtenidos y considerando que el TIR es el parámetro de comparación más adecuado entre alternativas de inversión, para los casos analizados se determina que el cerramiento vertical tipo F (muro compuesto ladrillo macizo-lana de vidrio-placa de yeso), resulta la mejor opción de inversión ya que su TIR es el más elevado y su período de recuperación del capital extra es menor a un año, en comparación con el caso de base (muro tipo A: ladrillo hueco, ambas caras revocadas).

Pero al analizar el flujo de caja acumulado vemos que el muro H (tabique de EPS tipo Cassaforma), es el que genera al final del período útil el mayor monto monetario de ganancia. En comparación con el muro tipo F, su período de repago de capital es mayor, de 8 años con energía subsidiada y de 6 con



energía sin subsidio, y si bien su flujo de caja positivo se inicia 4 años después del caso F, al final del período de vida útil del edificio genera un 21,5% más de ganancia.

## Conclusiones

El hecho de que las envolventes edilicias se construyan térmicamente más eficientes no solo permite un ahorro en el costo de funcionamiento del edificio, sino que también proporciona ambientes interiores más sanos, con lo que se eleva el rendimiento personal y la eficiencia laboral.

Comparando el comportamiento de los tipos de muros analizados, vemos que no se requiere de una excesiva inversión en aislación térmica para obtener una envolvente con un comportamiento termo-energético adecuado, y que en algunos casos la mayor inversión no se fundamenta necesariamente en el aspecto de la eficiencia energética. Comparando los tipos de muro F y H, podemos ver que el primero cumple con un nivel B de confort, mientras el segundo logra un nivel A, concluyendo en primera instancia que el segundo es energéticamente más eficiente. Sin embargo el consumo de energía global para los dos casos es de 17 MWh/año, y la demanda de energía del muro tipo H (268 kWh/m<sup>2</sup>) es menos de un 3% inferior que el muro tipo F (276 kWh/m<sup>2</sup>), es decir que el mayor grado de aislación térmica dado por el muro H no logra un aporte significativo en la reducción del consumo de energía para climatización artificial.

Podemos entonces considerar que la reducción del consumo de energía no es el único aspecto que deberíamos tener en cuenta, existiendo la posibilidad de establecer también como criterios de evaluación para la elección de los materiales de la envolvente algunos parámetros económicos no relacionados directamente con la eficiencia energética, como podrían ser:

buscar el menor período de recupero del mayor capital invertido en la mejora de la eficiencia energética de la envolvente, o

buscar la mayor rentabilidad económica final generada por la mayor eficiencia energética de la envolvente.

El criterio de decisión estará definido por las necesidades o condicionantes que determine o establezca el cliente o usuario, ya que no será lo mismo para una empresa que para una persona individual, tomando en cuenta que los beneficios económicos logrados pueden ser a mediano o largo plazo, y que los mismos no se perciben de forma directa, sino indirectamente.

Edificios con cerramientos exteriores más eficientes desde el punto de vista energético también permiten retrasar algunos problemas de deterioro que afectan a los cerramientos exteriores, exigiendo menores gastos de mantenimiento para los mismos, involucrando también la reducción de otros costos, no relacionados directamente con la obra, como por ejemplo la disminución en la inversión para la compra de artefactos de calefacción y refrigeración, ya que la mayor eficiencia térmica del cerramiento lleva a que se necesiten equipos de acondicionamiento artificial de menor capacidad, un funcionamiento más eficiente y consecuentemente una mayor vida útil.

## Referencias

Di Bernardo E. y Perone D. Propuesta para la optimización energética en viviendas de interés social. Taller "Energía, Hábitat y Ambiente", XVII Reunión ASADES. Rosario. Octubre, 1994.

Elypsis (2015). Consultora económico-política <http://elypsisweb.com/> Acceso setiembre 2015.

- Gonzalo Guillermo. (2003). Manual de Arquitectura Bioclimática. 2° edición. ISBN 950-43-9028-5.
- Gonzalo G, Ledesma S, Nota V, Martinez C, Cisterna S, Quiñones G, Márquez G, Tortonese A, Garay A. (2000). Determinación y análisis de los requerimientos energéticos para el acondicionamiento térmico de un prototipo de vivienda ubicada en San Miguel de Tucumán. Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 4. ISSN 0329-5184.
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial. (2010) Boletín electrónico. <http://www.inti.gob.ar/sabercomo>. Acceso junio 2014.
- Marincic I e Isalgue A. (2000). Respuestas térmicas y su relación con la envolvente del edificio. Memorias ISES Millennium Solar Forum, pp. 13-17. México D.F.
- Martinez Cecilia. (2004). Evaluación cualitativa de condiciones ambientales de viviendas IPV en S. M. de Tucumán. Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 8. ISSN 0329-5184.
- Martinez Cecilia (2013a). Importancia económico-ambiental de la aislación térmica de la envolvente edilicia en la eficiencia energética en relación a las condiciones del clima. 3º Congreso Internacional de Ambiente y Energías Renovables. U.N. de Villa María. ISBN 978-987-1930-11-1. [https://www.researchgate.net/profile/Cecilia\\_Martinez10/publications](https://www.researchgate.net/profile/Cecilia_Martinez10/publications)
- Martinez Cecilia (2013b). La envolvente edilicia y su adaptación a clima mixto en Argentina. Recomendaciones de diseño en aspectos térmicos. ISBN 978-3-659-06795-2. Editorial Académica Española.
- Picción A., Echeverria C., Girardín M.G. (1998). Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 2 N° 1, pp. 03.123 ISSN 0329-5184.
- RETSreen. (2014). <http://www.retscreen.net/es/version4.php>. Acceso 2014.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2008). La huella de carbono del argentino promedio. Acceso octubre 2013. [http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/ile/030608\\_metodologia\\_huella\\_carbono.pdf](http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/ile/030608_metodologia_huella_carbono.pdf)
- Secretaría Energía (2013). Informes Estadísticos Sector Eléctrico. Secretaría de Energía de la Nación. <http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3952>. Acceso 2013-2015.

## CV Autor

Arquitecta y Magíster. Investigador cat. III. Docente FAU-UNT desde 1995. Codirectora Proyecto SCAYT-UNT. Vicedirectora de Especialización Energía, Hábitat y Arq. Sustentable. Profesora del Programa de Formación de profesores de escuelas técnicas (Ministerio de Educación de la Nación). Autora: “La envolvente edilicia y su adaptación a clima mixto en Argentina”. Autora y coautora de trabajos y artículos en Congresos y Revistas Nacionales e Internacionales. Consejera por el Inst. de Acond. Ambiental, Consejo de Graduados FAU, 2009-13. Actualmente Consejera suplente.